浅谈电视节目伴音响度的控制与标准

摘　要：随着我国现代化建设进程日益加快，各类广播电视制作机构、电视台蓬勃发展，广播、电视节目百花齐放，日新月异。伴随行业发展步伐及国际间广播电视节目资源交换、共享合作，诸多不统一的节目制作技术标准问题便凸显。例如同一频道不同节目间响度的差异、广告与电视节目响度的差异、不同频道间响度的差异等。本文从现有国际上针对响度控制的标准及国内标准为切入点，从原理、实施、发展等角度做简要分析。

关键词：电视节目伴音；电平；响度控制
中图分类号：TN948.13　　文献标识码：A
文章编号：1671-0134（2018）04-053-04　　DOI：10.19483/j.cnki.11-4653/n.2018.04.018

文 / 尚科臣

1. 声音的大小

1.1 声音的产生

众所周知，声音是由于物体的振动而产生。振动的物体激发周围介质，声音因而可以进行传播。在真空中声音是无法传播的。声音振动的幅度大小称之为振幅，振幅大小影响着声音的强度，声音强度不同，因而响度不同。当声音在空气中传播时，声源周围空气受声源振动的影响，会产生压力的变化，这个压力称之为声压。

人耳对于声音强度大小的感知，或声压大小的主观感知，称之为响度。人的听力十分复杂，人耳对不同频率，不同方位的声音的强度感知是不同的，因此，为了更好的研究人耳对于声音的感知，人们制定了一系列的方式方法去模拟人耳的听觉特性。而声音的类型、音色等同样会影响人们对声音响度的感知。

1.2 声音的类型

在日常生活中存在各种类型的声音，如交通噪音，讲话声，乐器声等，而人耳能够主观感受到音调高低的声音在物理上都被称之为复合音。感受不到的称之为噪音。一些明确定义的电噪声信号就属于这一类信号。如粉噪、白噪、褐噪等。

还有一类声音是由单一波形按照特定周期振动而产生的，并且只有一个频率构成，这样的信号称之为纯音。由于构成纯音的波形不同，因此主观听感也不同。如正弦波构成的纯音纯净;三角波、锯齿波构成的纯音较明亮;方波构成的纯音具有撕裂感、尖锐感等。在现实中纯音几乎都是由人工音频信号发生器所产生的，极少数物体的振动产生的声音（如音叉）可近似看作是纯音。

在广播电视节目中，声音既不能认为是单一的噪声，也不能认为是纯音或者复合音，由于构成节目的声音信号不同，广播电视节目的声音是十分复杂的。针对这些声音进行响度分析，就不能简单的套用已有的针对纯音、复合音、或者噪音的分析方法，更要全面的分析各个因素，从而综合考虑。

1.3 计量单位

在物理学中，由于物体振动产生在声音，并且在空气中传播时，大气压受到声波扰动后产生的变化用声压来衡量。而压力的大小一般用帕斯卡（Pa）来度量。人耳能分辨最微弱的声音大约是 20μPa，令人耳产生痛觉的声压大约是 20Pa。这两个数量级间相差了 100 万倍之多。而这就对计量产生很大的麻烦。因而人们普遍采用分贝制来简化这一过程。分贝的概念是两个量间的比值取对数，这样就可以用很小的数字来表示巨大的量。在声压的计量中，规定人耳能分辨最小的声压 20μPa 为标准量，用待测量比标准量后平方，再取对数值后乘以 10，得到的结果便是声压级。声压级的大小一般用 dB SPL 来表示。SPL 即声压级的英文缩写。0dB，表示被测量与标准量一致。

2. 电视节目信号大小的计量单位

在声音的产生过程中，是由发声物体本身振动所产生的声音。随着科学技术的发展，人类可以通过扬声器纸盆的振动模拟原始声源来产生声音。电视节目在电视中播出时无一例外都是通过扬声器来重放声音的。而扬声器是由电能所驱动的，研究声音声压大小，用 dB SPL 来表示，而针对电信号的大小或者是数字音频信号的大小又如何表示和计量呢?

2.1dB、dBu、dBV、dBFS 与 VU

不论物理声音信号还是电信号，为方便计量，人们都采取分贝制来表示，“dB”遍是分贝制一个最明显的

标志，任何采取分贝制计量的量，在后方均用“dB”表示，为防止混淆，常常在其后方加上字母，来区分不同的类型。

VU，是音量单位的意思，表示声音信号的大小。在模拟时代，电声设备都是600Ω 的阻抗，0VU 时，电压为 1.228V，即产生 +4dBm 的功率所需的电压。人们规定 0VU 作为设备间的基准电平。如图 1 所示。

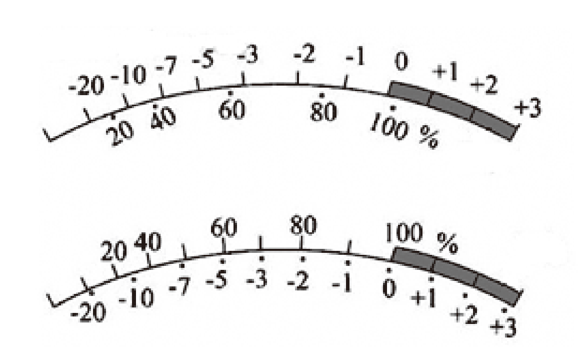


图 1 常见 VU 表盘的两种刻度

在基准值后，一般最大取到 +3VU 作为过冲余量。虽然 VU 表可以大致反映音频信号的大小，但是总体误差较大，分辨率较差，同时不能很好地表现峰值电平的大小。而后人们规定产生 1mW 功率所需的电压 0.775V 为基准值，表示为 0dBu。后因 0.775 为一个小数，便采用 1V 作为基准，因此产生 dBV。进入数字音频年代，数字信号的最大值即计算机或者音频设备能够处理的最大数据定义为 0dB，称之为 dBFS，即分贝满刻度电平。因此，一般在数字音频中看到的分贝值都是负值，即原则上不会有高出满刻度的信号（在引入浮点运算技术的今天，许多数字音频工作站采用 32bit 以上量化精度处理数字音频信号时允许出现 dBFS 的正值）。

针对这些信号大小的计量方式，较早出现的是如前文所述的 VU 表，但是 VU 表仅仅能够表现在一段时间内的平均信号大小。同时，反应时间较为缓慢，大致约为 300ms，并不能反映某一时刻峰值信号的大小。根据需求 PPM 表便应用而生，PPM 指“峰值节目表”它可以反映一个瞬时电平的大小，而 PPM 表所需的积分时间仅仅是 5ms，这样就可以读出短时间内电平的大小。在数字音频处理中，可以非常直观地监看时时信号的电平大小。

不论 VU 表还是 PPM 表，都只是反映节目信号的电平大小，而节目信号电平大小并不能完全表示节目的实际响度大小，正如前文所述，节目响度受频率、人耳特性、持续时间等诸多因素影响，因此，上述两种对信号电平大小进行计量的方式并不适用于节目响度。

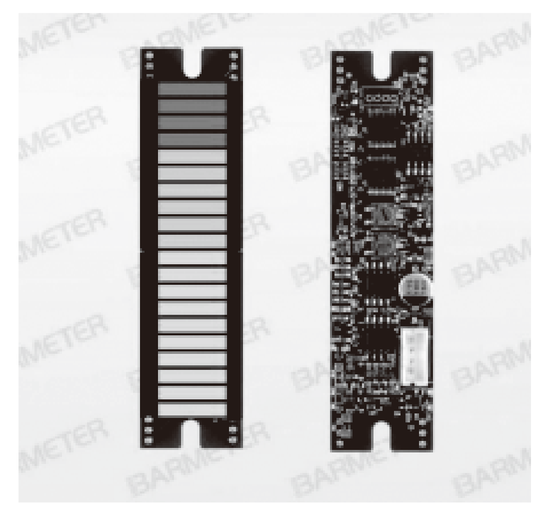


图 2 典型的 PPM 表外观

2.2 基准电平

在不同厂商、不同设备间，某一一定的数字音频信号最终由数字设备输出的电信号大小是不一致的，这就会导致实际产生的响度大小不一致。因此，现行有两种标准来定义这一量，即当数字音频设备满载时，设备所能产生最大电信号的电平大小。在 EBU R68 的标准中，定义 0dBFS 时，设备对应输出 +18dBu 的电信号大小；在信号大小为 –18dBFS 的时候，设备输出电平为 0dBu。定义这个值为测试电平，而在 SMPTE RP155 中规定为 +24dBu。当信号大小为 –20dBFS 的时候，设备输出信号值为 0VU，即 +4dBu，此值为测试电平。在设备校准或相互连接时，一般使用基准电平对设备进行校准。当我们使用设备时应分清楚设备采用的标准，以免在节目的制作中出现 6dB 的电平跳变，特别是在我国节目与欧美等进行交换的时候。

3. 电视节目中响度的测量

3.1 电视节目信号特性

在电视节目中，节目类型风格各异，例如语言类、音乐类、电影、电视剧、综艺、实况转播等，不同节目对声音的动态需求是不一样的，例如，在流行音乐中，信号经常维持在一个较高的水平；而类似电影的转播，既有非常安静的语音对白段落，又有激烈的战争场面等。对于一些实况转播、台球比赛，或者野生动物纪录片，本身节目源的信号大小非常有限，人耳在客观世界中对这类事件主观感受的响度也不是很大。因此，在电视节目声音的制作中，可谓困难重重。在这些风格各异、要求不同的节目中，对节目信号的响度进行计量是一个任务，针对不同节目制定不同标准或统一标准又是另一任务。

3.2 频率加权

人耳在听不同频率同一声压的纯音信号时，主观听感是不相同的，根据这一特点，人们提出了“等响曲线”这一概念，等响曲线的表述为，在不同的声压级下，人耳对曲线上各个点感知的响度是相同的。

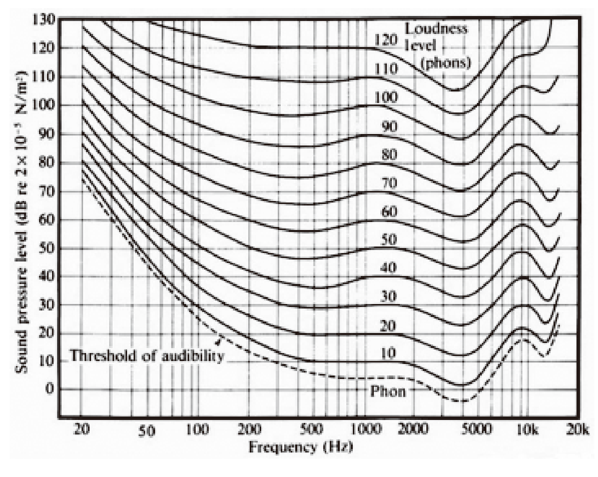


图 3 等响曲线

既然人耳对不同频率声音的响度感知是不同的，因此在进行响度分析时势必要考虑节目中频率特性对整体节目响度的影响。通过等响曲线可知，人耳对于低频声音的感知能力较差，在中高频段 2–5KHz 处较为敏感。因此，一般制定出的加权滤波算法中，都是在低频段进行抑制，同时在高频段进行些许提升。这就意味着节目中较低频段的声音对测试结果的影响不会太大，而较高频率的声音对测量结果有较大的影响。

目前常用的频率加权标准是由 IEC 提出的，一般有 IEC A、B、C 等算法。A 加权更多的被应用在较低声压的噪音测量上，C 加权用于机械噪声、影院音响校准等较高声压级的评估方面，B 加权次之。

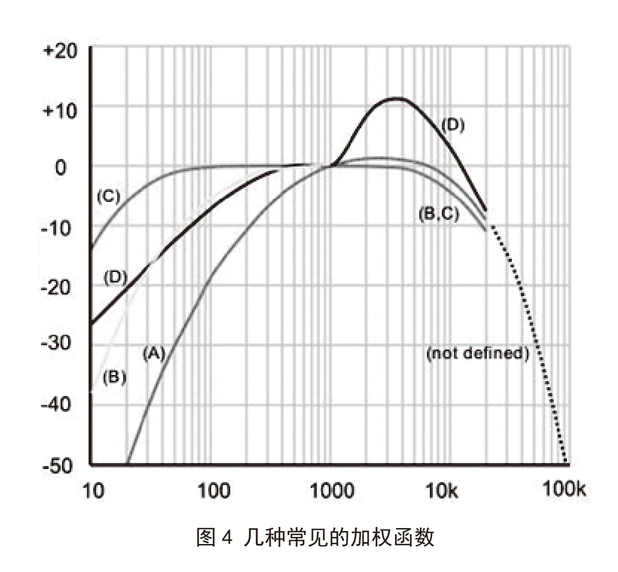


图 4 几种常见的加权函数

在广播电视节目的还音过程中一般是使用电视扬声器还原信号，因此，ITU 以 B 加权曲线为基准进行修饰，以达到适合电视节目响度测量而使用的专有加权曲线，称之为 ITU–R BS.1770 加权曲线，或称为 K 加权曲线。以加权后的响度表述为 LK，即 K 加权响度大小，单位相当于 dB。

在观众收看电视节目时，还应当考虑人头对于声音信号的影响因素，因而在建议书中对 2KHz 以上的频率进行提升 4dB 的处理。

在上述这些操作中，无一例外都是尽可能接近受众的真实听音情况，针对不同节目源进行频率问题的考虑而得出的标准。

3. 3 时间积分

任何节目中的声音响度大小，除了跟频率相关以外，还跟持续的时间密切相关。如在一部电视剧中，即使采用如上文所述的频率加权算法来检测响度，但在节目中会出现短而急促的峰值信号（如枪声、拍桌子等）。较多的瞬时电平若考虑在整个节目响度的计算当中，势必会造成节目整体测量响度与观众主观感知的响度不相符的状况。针对这一状况，ITU 在 1770 建议书中并没有给出明确建议，针对节目响度的测量只是基于全部节目时长进行统计的，因此，EBU 在 EBU R 128 推荐书中给出了更为详尽的建议。其中，在 EBU 技术文件 3342 中定义了“响度范围（LRA）”这一概念，它的主要内容是定义在节目中单一较短的响度突变对整体响度测量的影响，其中，在以长度为 3s 的分析窗进行分析时，低过 10% 与高过 95% 的突变信号不予计算，而在其之内的信号差则是当前时刻内的响度范围，这样就可以更好更直观地得出整个作品内响度的分布情况 [5]。

3. 4 针对不同节目类型的门处理

ITU 在 1770 建议书中仅仅给出了长期或者连续响度的监测方式，而针对较长时间低响度的节目，正如前文所述的台球比赛，或者野外野生动物拍摄的纪录片等此类节目考虑进去，而旁白的解说之间只有野外或者动物发出的轻微声响，若按照标准的响度处理结果去做的话，经过电平响度平衡后的结果可能是整个节目平均的响度达到标准，但是旁白的解说部分可能会异常的大，并且在播出的时候，安静段落观众的主观听感可能会感觉太响。

EBU 在对 ITU 的算法进行评估过后，将 LKFS 以 LUFS 加以区分，即满刻度响度单位。除此之外，针对上述问题，EBU 引入了门处理的方式，只要当前节目响度

（下转第 58 页）